Médecine et rayonnements ionisants: fiche d'aide à l'analyse des risques en curiethérapie

Cette nouvelle fiche de radioprotection concerne la curiethérapie bas débit non pulsé.

Elle appartient à une série publiée dans la revue « Documents pour le Médecin du Travail » depuis 2004 (1), aujourd'hui disponible sur le site de l'INRS (www.inrs.fr) ou sur celui de la revue DMT (www.dmt-prevention.fr).
cf. page suivante

Ces fiches ont été élaborées par un comité scientifique multidisciplinaire associant plusieurs institutions et différents experts (cf. encadré 1) et font suite à une enquête sur la radioprotection menée en Ile-de-France (2).

C. GAURON*, animateur du comité scientifique (encadré 1)

* Département Etudes et assistance médicales, INRS

Comme les précédentes, cette nouvelle fiche radioprotection réalisée par le comité scientifique, ci-contre, est destinée plus particulièrement aux personnes compétentes en radioprotection et aux médecins du travail.

Ces fiches ont été élaborées afin de faciliter la mise en place de la réglementation concernant la radioprotection dans le domaine médical et pour répondre au besoin de documents pratiques ressenti par les préventeurs. Chaque fiche propose une grille d'analyse d'évaluation du risque.

Les grands items abordés sont :

- l'identification du risque ;
- l'évaluation du risque avec les niveaux d'exposition ;
- enfin, la stratégie de maîtrise du risque.

Les procédures d'évaluation proposées permettent de redéfinir les zones de travail et le classement du personnel.

L'objectif poursuivi est une meilleure appréhension du risque. La méthodologie d'analyse proposée devrait permettre, grâce au renforcement de la collaboration pluridisciplinaire sur le terrain, d'optimiser la radioprotection en milieu médical.

ENCADRÉ 1

Composition du comité scientifique

Institutions

- Autorité de sûreté nucléaire (ASN/DGSNR), Paris :
  - Le Dirac'h B.
- Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) :
  - Aubert B., Fontenay-aux-Roses
  - Biau A., Le Vésinet
  - Vidal J.P., Fontenay-aux-Roses
- Ministère chargé du Travail :
  Direction générale du travail (DGT), Paris :
  - Lahaye T.
  Inspection médicale du travail et de la main d'œuvre, Paris :
  - Dr Soula M.C.
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS), Paris :
  - Dr Gauron C.

Experts

- Barret C., Hôpital Pitié Salpétrière, AP-HP, Paris
- Dr Boisserie G., Hôpital Pitié Salpétrière, AP-HP, Paris
- Branchet E., Hôpital Georges-Pompidou, AP-HP, Paris
- Dr Gambini D., Service central de la médecine du travail, AP-HP, Paris
- Dr Gondran C., Centre René Huguenin, St-Cloud
- Dr Le Guen B., Section recherche et santé de la Société française de radioprotection (SFRP), Fontenay-aux-Roses
- Guérin C., Hôpital Necker, AP-HP, Paris
- Dr Nguyen S., Hôpital Pitié Salpétrière, AP-HP, Paris
- Pierrat N., Institut Curie, Paris
- Sarrazin T., Centre régional de lutte contre le cancer (CRLC) O. Lambret, Lille

(1) Médecine et rayonnements ionisants
- Fiches d'aide à l'analyse des risques. Doc Méd Trav. 2004 ; 100 : 469-98.
- Fiches d'aide à l'analyse des risques en médecine nucléaire. Doc Méd Trav. 2006 ; 105 : 7-48.

(2) Ces résultats ont été présentés dans une thèse soutenue en avril 2001 et ont été publiés : BOULAY MH, SOULA MC, GAURON C, BIAU A - Organisation de la radioprotection dans les établissements de soins : évaluation et constats en Ile-de-France. Doc Méd Trav. 2002 ; 90 : 167-73.



Des documents INRS utiles à la prévention des rayonnements ionisants

12 FICHES TECHNIQUES DE RADIOPROTECTION MÉDICALE

(www.inrs.fr)



- Réf. ED 4232 : Radiologie conventionnelle. Installations fixes en milieu médical.
- Réf. ED 4233 : Radiologie conventionnelle. Installations en milieu médical : radios au lit.
- Réf. ED 4234 : Scanographie en milieu médical.
- Réf. ED 4235 : Radiologie interventionnelle en milieu médical (hors scanner). Actes courts (scopie cumulée < 300 s).
- Réf. ED 4236 : Radiologie interventionnelle en milieu médical (hors scanner). Actes longs (scopie cumulée > 300 s et pouvant atteindre plusieurs dizaines de minutes).
- Réf. ED 4238 : Médecine nucléaire. Diagnostic in vivo hors TEP.
- Réf. ED 4239 : Médecine nucléaire. Diagnostic in vivo. TEP au fluor 18.
- Réf. ED 4240 : Médecine nucléaire. Thérapeutique sans hospitalisation (exemple : activité d'iode 131 < 740 MBq).
- Réf. ED 4241 : Médecine nucléaire. Thérapeutique sans hospitalisation (exemple : activité d'iode 131 > 740 MBq)
- Réf. ED 4242 : Médecine nucléaire. Prise en charge des patients sortant d'une unité de médecine nucléaire
- ED 4246 : Radioprotection médicale. Radiothérapie externe. Accélérateur de particules
- ED 4247 : Radioprotection médicale. Textes applicables. Rappel de textes concernant la radioprotection dans le domaine médical *(annule et remplace ED 4237).*

Les fiches sont également disponibles sur le site de la revue **Documents pour le Médecin du Travail** ***(www.dmt-prevention.fr)*** *sous la référence* ***TC 100, TC 106 et TC 114.***



UN ENSEMBLE DE 2 BROCHURES

Rayonnements ionisants

Paysage institutionnel et réglementation applicable

(Réf. ED 932, 2004, 72 p.)

Prévention et maîtrise du risque

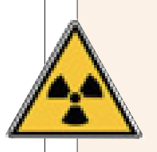
(Réf. ED 958, 2006, 56 p.)



UNE FICHE : LE POINT DES CONNAISSANCES SUR…

L'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants

(Réf. ED 5027, 2005, 4 p.)



UN DOSSIER SUR LE SITE DE L'INRS : www.inrs.fr/dossiers/radioprotection.html

Prévention des risques liés à l'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants

Contact *: Christine Gauron*

Département Études et assistance médicales, INRS

(30, rue Olivier Noyer, 75680 Paris Cedex 14).

marie-christine.gauron@inrs.fr



FICHE RADIOPROTECTION

Curiethérapie

Curiethérapie bas débit non pulsé

Les procédures décrites dans cette fiche concernent les applications de curiethérapie à bas débit (irradiation continue ou interrompue à la demande avec projecteur de source) à l'exception des techniques pulsées (irradiation par séquence).

Cf. tableau des sources radioactives utilisées en fin de fiche.

La mise en œuvre des techniques de curiethérapie nécessite l'obtention préalable :

- d'une autorisation délivrée par l'Agence régionale de l'hospitalisation (ARH) au titre de l'activité de soins de traitement du cancer ;
- d'une autorisation délivrée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), au titre de la détention et de l'utilisation de radionucléides en sources scellées.

L'unité de curiethérapie doit être intégrée à un service de radiothérapie externe.

De plus, la mise en service puis l'exploitation des installations sont subordonnées à la réalisation des contrôles réglementaires et au respect des dispositions relatives à la protection des travailleurs et des patients.

Cette fiche, relative à la radioprotection des travailleurs, n'a pas pour objet d'aborder les aspects concernant la protection des patients contre toute irradiation anormale.

1. Personnel concerné

Les dispositions décrites s'appliquent aux salariés de l'établissement, aux travailleurs indépendants et aux salariés des entreprises intervenantes. Elles imposent une coordination des mesures de radioprotection entre les différents intervenants (élaboration d'un plan de prévention) assurée par l'employeur.

Principaux personnels concernés :

- Manipulateurs
- Médecins y compris internes
- Personnes spécialisées en radiophysique médicale (PSRPM)
- Techniciens de radiophysique
- Personnel paramédical du service de soins et de l'unité d'hospitalisation de curiethérapie
- Autre personnel (agent de service, personnel hôtelier, secrétaire...)
- Personnel de maintenance
- Personnel d'entretien
- Personnel du service technique
- Stagiaires

Cette fiche fait partie d'une série fournissant une synthèse des connaissances utiles en radioprotection, réalisée par type d'activités.

Chaque fiche présente les différentes procédures, les types de dangers spécifiques, l'analyse des risques et leur évaluation ainsi que les méthodes de prévention.

Ce document a été réalisé par un groupe de travail auquel ont participé l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire), la DGT (Direction générale du travail), l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité). Voir la composition du comité scientifique p. 189.

2. Déroulement des procédures

Elles s'enchaînent selon les séquences suivantes

- Réception et stockage des sources radioactives
- Vérification et préparation des sources (salle de stockage et de manipulation des sources)
- Mise en place de la (des) source (s) sur le patient suivant deux techniques

➢ Technique d'application différée selon les étapes suivantes :

- mise en place en salle d'application (bloc opératoire le plus souvent) de vecteurs non radioactifs (guides des sources d'iridium 192 ou de césium 137) ;
- contrôle radiologique du positionnement des vecteurs pour réaliser la dosimétrie définitive ;
- dans la chambre d'hospitalisation :

- mise en place des sources radioactives dans les vecteurs, - ou raccordement du projecteur de source à l'applicateur.

➢ Technique d'application directe selon la pratique en vigueur dans l'unité de curiethérapie (ou la salle d'application) :

- mise en place, généralement sous contrôle échographique, des sources dans la salle d'application qui peut éventuellement se trouver en dehors de l'unité de curiethérapie. Actuellement, cette technique concerne les sources d'iode 125 utilisées pour la curiethérapie prostatique ou ophtalmique qui ne nécessitent pas l'hospitalisation du patient en chambre protégée ;
- contrôles radiologiques pour vérifier la qualité de l'implantation des sources et la dosimétrie.

- Dépose, stockage et reprise des sources radioactives

3. Dangers

Les caractéristiques des sources de curiethérapie et leurs conditions d'utilisation permettent de prendre en compte le seul risque d'irradiation (exposition externe).

Cf. tableau des sources radioactives utilisées en fin de fiche.

4. Identification du risque lié aux rayonnements ionisants

Seule l'exposition externe à distance et au contact est à prendre en considération.

Cette exposition a comme origine, dans les conditions normales de fonctionnement, le rayonnement émis par les sources avant ou après implantation (rayonnements transmis et diffusés par le patient) ainsi que le rayonnement transmis à travers les protections (paroi, paravent plombé, conteneur...).

Cette exposition peut être accidentelle et consécutive à :

- une perte de sources. **À noter qu'elles ne portent pas d'identi-fication spécifique**.

- un défaut de connexion entre la gaine d'éjection et l'applicateur ;

- un blocage de la (ou des) source(s) au sein du patient (par exemple au niveau de l'utérus) ou entre le projecteur et le patient ;

-...

5. Évaluation du risque et détermination des niveaux d'exposition

Coopération médecin du travail - personne compétente en radioprotection (PCR).

1. Éléments d'évaluation du risque

- **L'étude dosimétrique des postes de travail repose sur** :

➢ Les études de poste :

- méthodes de travail,
- plan des locaux avec la protection radiologique des parois,
- type de sources, leur activité,
- techniques utilisées,
- nombre et la durée des actes,
- équipements de protection collective (conteneurs, écrans mobiles...).

➢ Des données collectives :

- dosimètrie d'ambiance (dosimètre actif ou passif, radiamètre...),
- résultats des contrôles de radioprotection de l'installation (à la mise en service puis périodiquement).

- **Les niveaux d'exposition individuelle sont estimés par :**

➢ L'évaluation prévisionnelle des doses qui dépend :

- de la nature des tâches,
- du résultat de l'étude dosimétrique des postes,
- du temps passé aux différents postes de travail en prenant en compte l'expérience de l'opérateur,
- des équipements de protection individuelle,
- de l'historique de l'exposition du personnel concerné.

Les expositions individuelles effectives qui dépendent :

- du résultat des dosimétries poitrine passives et opérationnelles,
- du résultat des dosimétries des extrémités (personnel réalisant la préparation et la mise en place des sources).

2. Délimitation des zones réglementées (contrôlées et surveillées)

L'unité de curiethérapie, intégrée au service de radiothérapie, doit disposer de locaux regroupés, à l'écart des circulations

générales, situés de préférence en bout d'aile de bâtiment, dans un ensemble spécialisé.

■ La délimitation des zones surveillées ou contrôlées est définie par l'employeur sur la base de l'évaluation des risques et des études dosimétriques de poste menées par la PCR sans considérer le port d'équipements de protection individuelle (EPI[1]).

■ Les valeurs à considérer sont rappelées dans le tableau ci-contre. L'évaluation du zonage doit tenir compte des champs de rayonnements ambiants issus éventuellement des locaux mitoyens (cas d'une chambre par rapport à une autre notamment).

■ À noter que les valeurs fixées pour les extrémités peuvent, dans certains cas, être plus pénalisantes que celles pour le corps entier ; il convient d'en tenir compte pour la délimitation des zones.

■ Ces zones doivent faire l'objet d'une délimitation continue, visible et permanente permettant de les distinguer avec une signalisation à chaque accès.

Délimitations proposées

Ces délimitations peuvent concerner tout ou partie d'un local. Les délimitations proposées ci-dessous doivent être ajustées aux résultats de l'évaluation des risques conduite dans chaque installation.

■ **Salle de préparation et de stockage des sources :** zone contrôlée.

■ **Local de stockage :** zone contrôlée.

■ **Salle d'application ou bloc opératoire,** toujours équipé d'un appareil de radiologie :

➢ Salle destinée seulement à la mise en place de vecteurs : zone contrôlée intermittente :

- zone contrôlée lors de l'émission de rayons X,
- zone surveillée en l'absence de l'émission sur un appareil non verrouillé,
- zone non réglementée lorsque l'appareil est verrouillé.

➢ Salle concernée par la pose des vecteurs et des sources radioactives (iridium 192 en général) : zone contrôlée.

■ **Chambre d'hospitalisation** (sources d'iridium 192 et de césium 137)

➢ Zone contrôlée lorsque les sources sont présentes dans la chambre ;

➢ En cas d'utilisation d'un projecteur de sources, lorsque celles-ci sont en position de stockage, cette zone devient zone surveillée ;

➢ Zone non réglementée en l'absence de patient sous traitement après les contrôles de radioprotection.

(1) Définition EPI : tout équipement destiné à être porté ou tenu par une personne en vue de la protéger contre les risques rencontrés sur son lieu de travail (article R. 233-83-3 du Code du travail).

Extrait de l'arrêté « zonage » du 15 mai 2006.

Classement des locaux	Dose efficace	Débit d'équivalent de dose corps entier	Dose équivalente aux extrémités
Aucun classement	< 80 µSv en 1 mois	-	-
Zone surveillée	< 7,5 µSv en 1 heure	-	< 0,2 mSv en 1 heure
Zone contrôlée verte	< 25 µSv en 1 heure	-	< 0,65 mSv en 1 heure
Zone spécialement réglementée « contrôlée jaune »	< 2 mSv en 1 heure	< 2 mSv/h	< 50 mSv en 1 heure
Zone spécialement réglementée « contrôlée orange »	< 100 mSv en 1 heure	< 100 mSv/h	< 2,5 Sv en 1 heure

■ À noter que les locaux contigus, s'ils ne sont pas sous la responsabilité de l'employeur, doivent être des zones non réglementées. Cela impose le respect de la limite annuelle de dose efficace pour le public de 1 mSv, soit 80 µSv en un mois.

3. Classement du personnel en catégorie A ou B

Le classement est défini par l'employeur après avis du médecin du travail.

Il sera apprécié avec la PCR **selon les études de poste et les spécificités propres à chaque service.**

À titre indicatif :

Personnel concerné	Classement proposé
Manipulateur	Catégorie A
Médecin, interne du service	Catégorie A en cas de pose et/ou dépose de sources. Catégorie B dans le cas contraire
PSRPM et technicien de radiophysique	Catégorie A
Stagiaire	A ou B selon le poste d'affectation *Nota : pas de poste d'affectation impliquant un classement en catégorie A pour un stagiaire de moins de 18 ans*
Secrétaire, personnel d'accueil	Ne doivent pas être présents dans la zone réglementée, ne sont donc pas concernés par le classement
Brancardier	Ne sont, en principe, pas exposés aux rayonnements. Dans le cas contraire, classement en catégorie B
Personnel de l'établissement chargé de la maintenance	Ne doivent intervenir qu'en dehors des périodes d'utilisation des sources Ne sont donc pas concernés par le classement
Personnel de ménage et d'hôtellerie	Si intervention en présence de patients porteurs de sources radioactives, classement en catégorie B

En cas d'intervention exceptionnelle d'un travailleur non classé A ou B dans un local contenant une source, la PCR évalue et note la dose prévisionnelle ; le port d'un dosimètre individuel permet de vérifier cette évaluation. Le résultat de cette mesure est consigné.

En cas de présence de personnel d'entreprise extérieure ou de travail temporaire, la classification ci-dessus s'applique et est mise en œuvre sous la responsabilité du chef de l'entreprise extérieure concernée en coordination avec le chef de l'entreprise utilisatrice (2).

4 - Choix de la surveillance dosimétrique

■ **Dosimétrie passive poitrine**

➢ Personnel classé catégorie A : périodicité mensuelle obligatoire.

➢ Personnel classé catégorie B : périodicité trimestrielle recommandée compte tenu des niveaux d'exposition rencontrés.

■ **Dosimétrie opérationnelle**

➢ En cas d'intervention en zone contrôlée (exemple : lors de toute présence auprès d'un patient porteur de sources radioactives).

➢ Lors de toute présence dans les salles de préparation et d'application des sources.

■ **Dosimétrie passive d'extrémités,** notamment lors des préparations, poses et déposes des sources ; la périodicité est définie selon l'activité de l'opérateur.

La réglementation impose que chaque employeur fournisse à son personnel les dosimètres opérationnels. Cependant, une convention peut prévoir la mise à disposition aux travailleurs de l'entreprise extérieure de ces dosimètres par l'entreprise utilisatrice.

6. Stratégie de maîtrise de risque

1. Réduction des risques

■ **Règles générales**

➢ Consignes et procédures d'irradiation.

➢ Consignes d'évacuation en urgence des patients porteurs de source (incendie…).

➢ Mode d'emploi des dispositifs de sécurité (signalisation lumineuse…).

➢ Respect des règles d'accès en zone réglementée et des consignes de travail en matière de radioprotection en vigueur dans l'installation, notamment en fonction des modalités de soin au patient.

■ **Règles concernant la préparation des sources et leur mise en place**

➢ S'exercer à manipuler sans source radioactive de façon rapide et sûre avec des pinces (20 à 30 centimètres de longueur) pour diminuer significativement l'exposition des mains.

➢ Confiner les sources et les manipuler derrière des écrans adaptés.

➢ S'assurer que l'activité des sources correspond à celle prévue pour le traitement.

➢ Sortir les sources au dernier moment.

➢ Ranger les sources dès qu'elles ne sont plus utilisées dans le stockeur approprié situé dans le local de stockage.

■ **Règles durant l'hospitalisation du patient hors sources d'iode 125**

➢ Chambre individuelle protégée.

➢ Pour les techniques n'ayant pas recours à un projecteur de source, des paravents plombés mobiles sont à placer près du patient porteur des sources.

➢ En fin d'hospitalisation :

● lors du retrait des sources, contrôle systématique du nombre de sources retirées et de leur intégrité, ainsi que de l'absence de source dans le patient ;

● après retrait des sources du patient, vérification de l'absence de radioactivité résiduelle après la sortie du patient (chambre, lit, linge…).

■ **Règles particulières durant l'hospitalisation du patient pour la curiethérapie par l'iode 125**

➢ Chambre individuelle conventionnelle.

➢ Dans le cas de la curiethérapie prostatique, contrôle des poches urinaires (patients sondés) pendant l'hospitalisation, puis des urines par filtration pendant 2 à 3 semaines pour vérifier l'absence de perte de sources par les voies naturelles (y compris après sortie du service).

➢ Contrôle d'absence de sources radioactives après le départ du patient.

■ **Incidents, accidents**

➢ Procédures écrites précisant les conduites à tenir en cas de :

● dysfonctionnement des projecteurs de sources ;

● perte de sources ; à noter qu'elles ne portent pas d'identification spécifique et sont de faibles dimensions ;

● intervention chirurgicale sur les patients porteurs d'iode 125 (information de l'équipe chirurgicale) (3) ;

● incendie.

➢ Incident ou dysfonctionnement susceptibles d'entraîner

(2) À noter « qu'il ne peut être fait appel à des salariés sous contrat à durée déterminée et des salariés des entreprises de travail temporaire pour des travaux susceptibles d'entraîner une exposition aux rayonnements ionisants dès lors qu'ils sont effectués dans des zones où le débit de dose horaire est susceptible d'être supérieur à 2mSv. » (arrêté du 12 mai 1998). En pratique cela s'applique à la zone orange.

(3) Le radiothérapeute doit remettre au patient une carte précisant qu'il est porteur de sources radioactives, à présenter avant toute intervention chirurgicale. En outre, il est rappelé, qu'en cas de décès, toute incinération est proscrite dans un délai de 3 ans après la pose des sources (cf lettre DGSNR/SD9/n°902/2004 du 29 juin 2004)

une exposition anormale du personnel :

• prévenir le chef de service, la PCR, le médecin du travail et, si nécessaire, la PSRPM qui prendront toutes dispositions pour maîtriser cet incident, en connaître les causes et en tirer les enseignements ;

• informer la Division territoriale compétente de l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire) ou le serveur de l'ASN (tél. : 0 800 804 135) par le chef d'entreprise ;

• prévenir le CHSCT (ou à défaut les délégués du personnel) ;

• si nécessaire, prévoir une déclaration au correspondant de la matériovigilance.

➢ En cas d'exposition anormale du personnel (cf. 5) :

• appliquer les dispositions précédentes ;

• contacter le plus vite possible l'IRSN : 06 07 31 56 63 pour apprécier la conduite à tenir (évaluation dosimétrique, prise en charge médicale...) ;

• informer sans délai la Division territoriale compétente de l'ASN ou le serveur de l'ASN (tél. : 0 800 804 135) par le chef d'entreprise ;

• prévenir l'inspecteur du travail ;

• en cas d'accident du travail, faire une déclaration à la Caisse primaire d'assurance maladie (CPAM).

➢ Dans tous les cas, déclarer l'incident ou le dysfonctionnement selon les modalités prévues dans le *Guide de déclaration des événements significatifs dans le domaine de la radioprotection* du 15 juin 2007, disponible sur le site de l'ASN : *www.asn.fr*

2. Mesures techniques concernant l'installation

Appareillage

■ Aucun projecteur de sources de plus de 25 ans ne doit être utilisé.

■ Marquage CE obligatoire pour les activimètres ainsi que les projecteurs de source.

Conception des locaux

■ **Dispositions générales**

➢ L'unité doit être conçue de telle manière que les bureaux administratifs se trouvent en dehors des zones réglementées.

➢ La disposition des locaux de l'unité de curiethérapie doit permettre d'éviter le transfert de patients porteurs de sources hors des zones réglementées (sauf iode 125).

➢ Les parois sont renforcées, y compris les dalles du plancher et du plafond (cf. 5.2) de façon à avoir une protection conforme aux limites réglementaires d'exposition du personnel et du public.

➢ Le calcul de la nature et de l'épaisseur des parois se fait à partir d'une source de référence dont les caractéristiques sont fixées par l'ASN ; son activité est habituellement de 8 GBq de césium 137 (ou de 5,5 GBq d'iridium 192 si le césium 137 n'est pas utilisé). Cette source de référence est située à 1 m au-dessus du sol et disposée :

• au centre du lit dont l'emplacement est à repérer par un marquage au sol dans les chambres d'hospitalisation ;

• au centre de la paillasse de manipulation dans sa configuration standard d'utilisation pour la salle de préparation des sources ;

• au centre de la pièce pour les autres locaux techniques.

➢ Dans le cas, qui doit rester exceptionnel, de la mise en place de protections limitées à une partie de la chambre, toutes les configurations de traitements prévues sont à prendre en compte pour le calcul des protections.

➢ Revêtements de sol lisses et sans joint de façon à pouvoir récupérer facilement une source.

■ **Salle d'application et de contrôle radiologique**

➢ Équipement classique d'anesthésie et de chirurgie d'une salle d'opération.

➢ Matériel spécifique pour curiethérapie.

➢ Équipement de contrôle radiologique.

➢ Paravents plombés mobiles si mise en place des sources radioactives.

■ **Pièce de stockage et de manipulation**

➢ Porte d'accès à la pièce munie d'une serrure de sécurité (clef, code, badge magnétique...) interdisant l'accès à toute personne non autorisée.

➢ Paillasse protégée avec paravent de protection mobile avec vitre plombée.

➢ Matériel de préparation des sources (pinces, ciseaux, réglet, loupe...).

➢ Conteneurs distincts et adaptés de stockage et de transfert pour les sources radioactives.

➢ Projecteur(s) de sources de césium 137.

➢ Briques de plomb pour stockage provisoire.

➢ Activimètre (chambre-puits le plus souvent).

➢ Détecteur portatif de radioprotection (type GM ou NaI).

■ **Chambres protégées**

➢ Chambres d'hospitalisation individuelles (au moins 2) dotées d'un cabinet de toilette.

➢ Projecteurs de source de césium 137 :

• équipement pour l'utilisation de projecteurs de source de césium 137 (passage de câbles, signalisation lumineuse...) ;

• unité de commande du projecteur à la porte, à l'extérieur de la chambre.

➢ Paravents plombés mobiles.

➢ Signalisation sur la porte de la chambre de la présence d'un patient en cours de traitement.

➢ Balise d'alarme pour détecter la sortie de patients porteurs de sources de l'unité d'hospitalisation (dispositif recommandé). Il conviendra d'étudier avec soin l'implantation de ce dispositif afin d'éviter les déclenchements intempestifs d'alarme.

Contrôles obligatoires au titre de la protection des travailleurs

■ **Contrôles techniques de radioprotection**

➢ À la réception et/ou à la mise en service (PCR ou organisme agréé ou IRSN).

➢ Contrôles périodiques :

● semestriel pour le contrôle interne (PCR ou organisme agréé ou IRSN) ;

● annuel pour le contrôle externe (organisme agréé ou IRSN).

■ **Contrôle d'ambiance**

➢ Annuel effectué par un organisme agréé.

➢ Mesures en continu ou mensuelles pour le contrôle interne (PCR ou organisme agréé).

■ **Contrôle des appareils de mesure**

➢ Contrôle périodique annuel de l'instrument (de plus, s'il n'a pas été employé depuis plus d'un mois, le contrôler avant son utilisation).

➢ Étalonnage annuel pour les dosimètres opérationnels, triennal ou quinquennal pour les autres détecteurs.

■ **Contrôle après modification des conditions d'utilisation de l'installation**, effectué par la PCR ou par un organisme agréé ou l'IRSN

■ **Contrôle après incident**, effectué par la PCR ou par un organisme agréé ou l'IRSN

■ **Contrôle après dépassement des valeurs limites**, effectué par un organisme agréé ou l'IRSN

■ **Maintenance des équipements**, en application du décret 2001-1154 du 5 décembre 2001

3. Mesures techniques individuelles

■ Compte tenu de l'énergie élevée des rayonnements utilisés (iridium 192, césium 137...), les équipements de protection individuelle [(4)] de type tablier de protection radiologique par exemple sont inefficaces et leur utilisation ne présente aucun intérêt. En revanche, ils sont recommandés pour l'iode 125.

■ Il est nécessaire dans tous les cas :

➢ Lors de la présence auprès de patient :

● de réduire le temps de présence au strict nécessaire,

● d'utiliser des paravents plombés quand le patient est porteur de sources.

➢ Lors de la préparation des sources :

● d'utiliser des écrans de protection,

● d'utiliser des pinces longues de 20 à 30 cm de longueur.

(4) La réglementation impose que chaque employeur fournisse à son personnel les EPI ; cependant, une convention peut prévoir la mise à disposition aux travailleurs de l'entreprise extérieure de ces EPI par l'entreprise utilisatrice.

4. Formation et information

■ Remise par l'employeur, à chaque personne susceptible d'intervenir dans la zone contrôlée, d'une notice d'information spécifique au poste occupé et d'une fiche d'information relative au suivi dosimétrique (SISERI [(5)]).

■ Affichage et diffusion des modalités d'accès aux zones réglementées, des consignes de radioprotection, des noms et coordonnées de la PCR et du médecin du travail.

■ Affichage des consignes d'accès dans les locaux de l'unité de curiethérapie, en particulier dans le secteur des chambres protégées. Ces consignes doivent préciser les conditions d'accès pour les personnes extérieures à l'unité (personnels d'autres services, accompagnants...).

■ Information et formation des personnels :

➢ Organisées par l'employeur avec la PCR et le médecin du travail.

➢ Renouvellement de la formation au moins tous les 3 ans.

➢ Rappel des consignes de radioprotection propres aux installations de l'établissement.

➢ Sensibilisation du personnel féminin sur la nécessaire déclaration précoce des grossesses et sur les éventuels aménagements du poste de travail applicables après avis du médecin du travail.

5. Prévention et surveillance médicale

Surveillance médicale réglementaire du personnel classé A ou B

■ **Personnel de l'établissement**

➢ Visite avant l'affectation au poste puis visite annuelle en vue d'établir et de renouveler l'avis d'aptitude au poste.

➢ Le médecin du travail prescrit les examens complémentaires qu'il juge nécessaires selon la nature de l'exposition ; la numération formule sanguine (NFS) à l'embauche est conseillée mais la répétition systématique de la NFS comme examen de dépistage n'est pas justifiée.

➢ En cas de dépassement de dose, le médecin du travail prend toutes dispositions qu'il juge utiles vis-à-vis du travailleur concerné.

➢ Une carte individuelle de suivi médical doit être remise par le médecin du travail.

(5) SISERI : Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (*www.siseri.com)*.

➢ Surveillance des autres risques identifiés (cf. § 8).

■ **Personnel d'entreprise de travail temporaire**

➢ La présence de personnel d'entreprise de travail temporaire dans ce type de service est à éviter ; dans le cas contraire, elle ne peut se concevoir que très encadrée professionnellement et intégrant, en particulier, les différentes obligations réglementairement prévues, avant l'affectation au poste.

➢ Le médecin de l'entreprise utilisatrice vérifie, avant le début de la mission, l'absence de contre-indication à l'affectation au poste occupé. Les examens complémentaires prescrits sont à la charge de l'entreprise utilisatrice. Le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice informe le médecin du travail de l'entreprise de travail temporaire du résultat de ces examens.

➢ Le médecin de l'entreprise utilisatrice suit médicalement ces salariés affectés aux postes nécessitant une surveillance renforcée en raison du risque du poste occupé pendant toute la durée de leur mission.

■ **Personnel d'entreprises extérieures** (intervention dans le cadre d'un plan de prévention)

➢ La présence de personnel d'entreprise extérieure dans ce type de service ne peut se concevoir que très encadrée professionnellement et intégrant, en particulier, les différentes obligations réglementairement prévues avant l'affectation au poste.

➢ Le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice assure, pour le compte de l'entreprise extérieure, la réalisation des examens complémentaires rendus nécessaires par la nature et la durée des travaux effectués par le salarié de l'entreprise extérieure dans l'entreprise utilisatrice.

➢ Les résultats en sont communiqués au médecin du travail de l'entreprise extérieure qui détermine l'aptitude.

➢ Le responsable de l'entreprise utilisatrice doit faciliter l'accès au poste de travail au médecin du travail de l'entreprise extérieure.

Surveillance dosimétrique (cf. § 5.4)

■ **Dosimétrie passive**

➢ Chaque employeur (y compris le chef d'entre-prise extérieure ou de travail temporaire) est responsable de la dosimétrie passive de ses salariés ; à ce titre, il est tenu de fournir les dosimètres passifs à son propre personnel.

Le personnel non salarié prend les dispositions nécessaires pour assurer sa surveillance dosimétrique.

➢ Le médecin du travail communique et commente les résultats dosimétriques individuels au salarié.

➢ L'organisme agréé ou l'IRSN communique les résultats au travailleur une fois par an.

➢ Dans le cas de lieux d'interventions multiples, outre l'application des règles générales relatives à la dosimétrie passive, il est recommandé d'utiliser un dosimètre opérationnel quel que soit le type de zone réglementée. Cette recommandation vise à faciliter l'identification des niveaux et de l'origine des expositions.

■ **Dosimétrie opérationnelle (ou active)**

➢ Il appartient à chaque employeur (y compris le chef de l'entreprise extérieure ou de travail temporaire) de fournir les dosimètres opérationnels à son propre personnel.

➢ Des accords peuvent cependant être conclus entre le chef de l'entreprise utilisatrice et le chef de l'entreprise extérieure pour la fourniture des dosimètres opérationnels.

➢ Les dosimètres opérationnels sont paramétrés par la PCR qui définit un seuil d'alarme.

➢ Les résultats sont communiqués par la PCR aux intéressés, au médecin du travail et à l'IRSN (SISERI).

Grossesse

■ Il est indispensable d'inciter le personnel féminin à informer le plus tôt possible le médecin du travail de sa grossesse pour permettre la mise en place des mesures nécessaires. Le changement d'affectation ou l'aménagement du poste de travail est laissé à l'entière appréciation du médecin du travail après concertation avec l'intéressée.

■ Aucune femme enceinte ne peut être affectée à un poste impliquant un classement en catégorie A et l'exposition de l'enfant à naître doit dans tous les cas rester inférieure à une dose efficace de 1 mSv entre la déclaration de la grossesse et l'accouchement (limitation absolue).

En pratique, le maintien d'une femme enceinte n'est pas recommandé dans ces services d'hospitalisation.

Prises en charge des anomalies, incidents et accidents

La perte de source d'iridium 192 ou la mauvaise prise en charge d'un blocage de source de césium 137 peuvent, par exemple, être à l'origine d'une exposition significative du personnel. Outre les dispositions du § 6.1, il convient de mettre en œuvre les mesures ci-dessous.

■ **En cas d'anomalie ou d'incident**

➢ Identifier l'origine de l'exposition et s'assurer que les mesures de radioprotection ont été prises.

➢ Procéder à une première évaluation de l'exposition en prenant en compte non seulement l'exposition potentielle corps entier mais également une exposition localisée suite à une perte de source.

➢ Compléter la lecture du dosimètre opérationnel par celle du dosimètre passif.

➢ Procéder, si nécessaire, à une enquête.

■ **En cas d'incident ou d'accident avéré**

➢ Apprécier la conduite à tenir avec l'appui, si nécessaire, de l'IRSN (évaluation dosimétrique, prise en charge médicale...). Tél. : 06 07 31 56 63.

➢ Compléter l'enquête.

➢ Si nécessaire, faire une déclaration d'accident du travail.

Caractéristiques des principales sources scellées utilisées en curiethérapie.

Radioélément	Type d'émission	Énergie des ß-	Énergie des photons	Période	Type de curiethérapie	Type de source	Exemple de présentation des sources
iridium 192	β-, γ	β- arrêtés par l'enveloppe des sources	énergie de 468 à 612 keV	74 jours	haut débit	scellée	Capsule en acier ; 3,5 mm ; 0,9 mm ; Câble en acier ; Source d'iridium 192 ; 4,5 mm
					débit pulsé	scellée	Capsule ; 1 mm ; Source d'iridium 192 ; 1 mm ; 1 mm ; 2,7 mm
					bas débit	scellée mais sécable	Fils souples de 0,3 mm ou 0,5 mm de diamètre, de longueur 14 cm ou plus constitués d'un amalgame de platine et d'iridium enfermé dans une gaine de platine
césium 137 / baryum 137m	β-, γ	β- arrêtés par l'enveloppe des sources	0,66 MeV	30,2 ans	bas débit	scellée	Sources de petites dimensions (grains) placées bout à bout d'une gaine souple pour constituer des sources flexibles de longueur variable
iode 125	X, γ		99,8% des photons ont une énergie comprise entre 27,4 keV et 35,5 keV	59,43 jours.	bas débit	scellée	Capsule de titane ; Fil en or ; iode 125 céramique poreuse ; Ø 0,8 mm ; 4,5 mm
phosphore 32	β-	énergie maximale 1 710 keV	pas de photons	14,28 jours	bas débit	scellée	Fil flexible. Le radioélément est inclus dans une gaine en alliage de nickel et de titane. La longueur active est 27 mm
strontium 90 / yttrium 90	β-	énergie maximale 2 284 keV	pas de photons	28,15 ans	bas débit	scellée	Constituées de grains mis bout à bout. Chaque grain est fait de strontium 90 enfermé dans une capsule en acier inoxydable. La longueur de la capsule est de 2,5 mm et la longueur active des grains est 2,3 mm.

Dossier médical et suivi post professionnel :

■ **Le dossier médical**

➢ Il comporte notamment :

• le double de la fiche d'exposition établie par l'employeur avec l'aide du médecin du travail ;

• le relevé dosimétrique avec les doses efficaces enregistrées.

➢ Il est conservé pendant au moins 50 ans après la fin de la période d'exposition.

➢ Ce dossier est communiqué, sur sa demande, au médecin inspecteur régional du travail et de la main d'œuvre et peut être adressé, avec l'accord du travailleur, au médecin choisi par celui-ci. Par ailleurs, depuis la loi Kouchner du 4 mars 2002, le patient peut avoir accès à son dossier médical sur demande à son médecin quel qu'il soit.

➢ Si l'établissement vient à disparaître ou si le travailleur change d'établissement, l'ensemble du dossier est transmis au médecin inspecteur régional du travail, à charge pour celui-ci de l'adresser, à la demande de l'intéressé, au médecin du travail désormais compétent.

■ **Le suivi post professionnel**

➢ Attestation d'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants à établir selon le modèle fixé par arrêté.

7. Évaluation de la maîtrise des risques

■ Afin d'optimiser la radioprotection des travailleurs et de l'installation, l'employeur établit l'ensemble des bilans nécessaires à l'évaluation de la maîtrise des risques. Les bilans font notamment état des dépassements des valeurs limites et des moyens mis en œuvre pour y remédier. Le CHSCT (ou à défaut les délégués du personnel) ont accès à ces différents bilans.

■ **L'évaluation de la maîtrise des risques s'appuie sur** :

➢ Le bilan statistique des expositions du service.

➢ Le bilan des contrôles effectués.

➢ Le bilan des événements significatifs déclarés auprès de l'ASN.

Activité ou activité linéique par source à la livraison de sources	Utilisation de projecteurs	Activité maximale utilisée	Utilisation
Activité maximum 370 GBq	oui, piloté par informatique	370 GBq	curiethérapie interstitielle et endocavitaire
Activité maximum 18,5 GBq	oui, piloté par informatique	18,5 GBq	curiethérapie interstitielle et endocavitaire
Activité linéique comprise entre 30 $MBq.cm^{-1}$ et 370 $MBq.cm^{-1}$	non	5,6 GBq	curiethérapie interstitielle et endocavitaire
Activité maximum d'une source élémentaire de l'ordre de 740 Mbq	oui	8,2 GBq	curiethérapie endocavitaire
L'activité apparente de chaque source élémentaire se situe dans la gamme 10 à 30 MBq pour le fabricant Eckert & Ziegler Bebig	non	/	curiethérapie prostatique et ophtalmique
Activité maximum environ 5,6 GBq	oui, piloté par informatique	/	pas d'application connue actuellement (précédemment utilisée pour la curiethérapie coronarienne)
Activité maximum d'un grain : 0,129 GBq Source de 12 grains, activité 1,55 GBq Source de 16 grains, activité 2,07 GBq Source de 24 grains, activité de 3,1 GBq	oui, manuel	/	pas d'application connue actuellement (précédemment utilisée pour la curiethérapie coronarienne)

➢ L'analyse d'incidents ou accidents dont des exemples peuvent être trouvés sur le site RELIR : *http://relir.cepn.asso.fr/*

➢ Les déclarations de matériovigilance et le compte rendu des interventions techniques.

■ La consultation régulière de SISERI à des fins d'optimisation et d'information du médecin du travail ainsi que la consultation des relevés annuels des doses individuelles permettent d'apprécier l'évolution des expositions externes des travailleurs.

■ Les résultats des différents contrôles techniques et d'ambiance (ainsi que l'analyse préalable du niveau d'exposition) sont intégrés au document unique concernant l'évaluation des risques.

8. Autres risques

■ Risques biologiques : accident exposition au sang (AES)...

■ Postures et déplacements

■ Port de charges lourdes (matériels et conteneurs plombés) avec risques de troubles musculosquelettiques (TMS)

■ Charge mentale (risques d'erreurs, contraintes de temps...) et charge psychique

■ Risques chimiques (antimitotiques, désinfectants...)



